

中南大学  
2008年硕士研究生入学考试试题

43163

考试科目代码及名称: 963 材料科学与工程基础

- 注意: 1、所有答案(含选择题、填空题、判断题、作图题等)一律答在专用答题纸上, 写在试题纸上或其他地方一律不给分。  
2、作图题可以在原试题图上作答, 然后将“图”撕下来贴在答题纸上相应位置。  
3、考试时限: 3 小时; 总分: 150 分。

考生编号(考生填写)

一、公共必答题(请考生任选两题, 共计 40 分)

- 1、叙述你所熟悉的某一类材料的凝固过程。(20 分)
- 2、叙述你所熟悉的某一类材料的变形行为及其特点。(20 分)
- 3、举例说明材料组织结构、性能的检测方法(20 分)
- 4、举例说明什么是结构材料和功能材料。(20 分)
- 5、简要说明置换型固溶体的概念, 并讨论影响这类固溶体形成的主要因素(20 分)
- 6、简要说明静电吸引理论、晶体场理论、经典共价键理论、现代价键理论(又称为电子配对理论)、分子轨道理论在材料结构分析中的应用。(20 分)
- 7、弹塑共存定律、体积不变定律是金属塑性加工中的基本规律, 试说明其各自的内涵(定义)和在塑性加工中的应用。(20 分)
- 8、最小阻力定律、附加应力定律是金属塑性加工中的基本规律, 试说明其各自的内涵(定义)和在塑性加工中的应用。(20 分)

二、专业题(有 A、B、C、D、E 五组试题, 每组题均为 110 分, 只能选择其中一组试题答题,)

A 组题:(共计 110 分)

- 1、根据如图 1 所示铁碳亚稳平衡相图, 回答下列问题:(每小题 10 分, 共计 70 分)
  - 1) 分析氢, 氮, 碳, 硼在 $\gamma$ -Fe 中形成固溶体的类型, 进入点阵中的位置和固溶度大小。已知元素的原子半径如下: 氢: 0.046nm, 氮: 0.071nm, 碳: 0.077nm, 硼: 0.091nm,  $\gamma$ -Fe : 0.126nm。
  - 2) 标注平衡反应的成分及温度, 写出平衡反应式。
  - 3) 分析 Fe-1%C 合金的平衡凝固到室温过程组织变化;
  - 4) 指出  $\gamma$  的晶体结构、密排方向、密排面、致密度、配位数、晶胞中原子数和通常情况下的滑移系; 画出其中一个滑移系, 并表明指数;



- 5) 结合你所学的有关知识，说明如何提高 Fe-C 合金的强度；
  - 6) Fe-0.1%C 合金在拉伸中，一种情况在拉伸出现塑性变形后去载，立即再加载，另一种情况是去载后时效再加载，试解释前者无屈服现象，后者有屈服现象的原因；
  - 7) Fe-0.1%C 合金制作成齿轮，对含碳 0.1% 齿轮气体渗碳强化，画出钢在渗碳后的组织分布示意图；渗碳为什么在  $\gamma$ -Fe 中进行而不在  $\alpha$ -Fe 中进行，即渗碳温度选择要高于 727°C，为什么？渗碳温度高于 1100°C 会出现什么问题？
- 2、参照如图 2 所示相图，写出四相反应；分析 3 合金结晶过程。(10 分)
  - 3、分析位错对金属材料性能的影响。(10 分)
  - 4、谈谈如何控制和改善金属材料中的组织。(20 分)

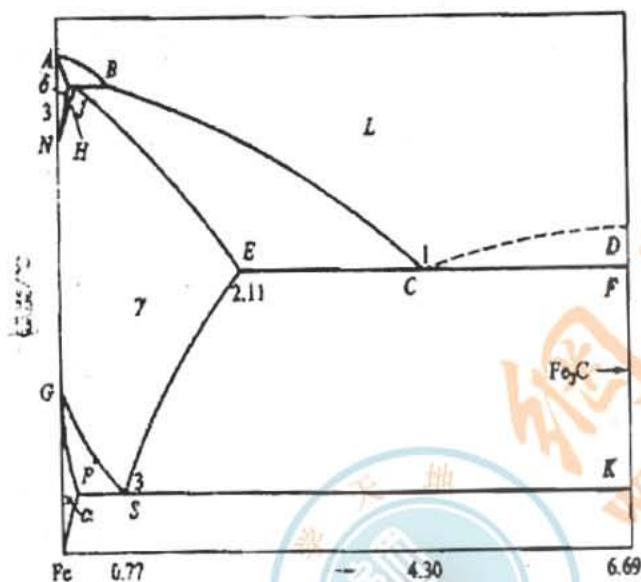


图 1

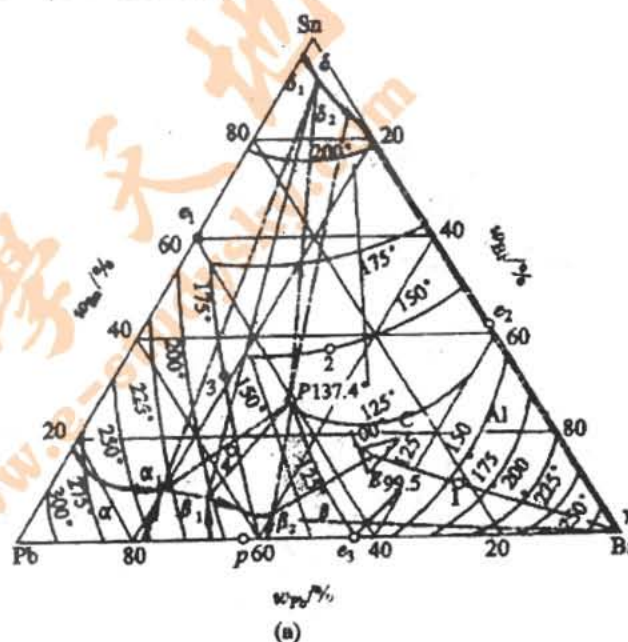


图 2

## 题目：(共计 110 分)

、有哪三种最基本的 X 射线衍射分析方法？结合厄瓦德作图法概述这三种基本衍射分析方法的主要特点与不同。(15 分)

AuCu<sub>3</sub> 固溶体完全有序化时，Au 原子占据立方晶胞的顶角，Cu 原子占据各个面的中心，试计算其结构因子，并解释进行 X 射线衍射分析时出现超点阵衍射峰的原因。(15 分)

请写出倒易矢量的两个基本性质，并利用倒易点阵的基本定义证明之。(20 分)



4、某待测试样由莫来石 (M), 石英 (Q) 和方解石 (C) 三个相组成, 欲采用 X 射线衍射定量相分析的 K 值法测量这三相的组成。(20 分)

1) 简述 K 值法的基本原理并推导其计算公式

2) 若向待测试样中掺入内标物质刚玉 (A) 制备成复合试样, 刚玉的加入量为  $W_s=0.69$ 。对复合试样进行扫描测出各相的衍射峰强度分别为:

$I_{M(120+210)}=922$ ,  $I_{C(101)}=6660$ ,  $I_{Q(10\bar{1}1)}=8604$ ,  $I_{A(113)}=4829$ , 已知各相的  $K_i$  分别为  $K_A^M=2.47$ ,  $K_A^Q=8.08$ ,  $K_A^C=9.16$ , 试计算各相的百分含量。

5、已知某钢样品由  $\alpha$ -Fe 和  $\gamma$ -Fe 两相物质构成, 若在衍射仪上用  $\text{CoK}_\alpha$  辐射对此样品自  $40^\circ$  到  $120^\circ$  的范围内进行扫描, 所得的衍射图上有几个衍射峰?

标注相应的反射晶面。 $(\lambda_{\text{CoK}_\alpha}=1.79021\text{\AA})$ ,  $\alpha$ -Fe: 体心立方,  $a=0.286\text{nm}$ ;  $\gamma$ -Fe: 面心立方,  $a=0.360\text{nm}$ 。(20 分)

6、已知铝的点阵常数  $a=0.405\text{nm}$ , 今用  $\text{CuK}_\alpha$  ( $\lambda=1.5406\text{\AA}$ ) 辐射在衍射仪上扫描测试其粉末样品, 试问其最低角的三条衍射线是由哪三个晶面衍射产生的? 分别计算这三个衍射角及三条衍射线的强度(忽略温度因子和吸收因子的影响)。(20 分)

原子散射因子

$\frac{\sin \theta}{\lambda} \text{\AA}^{-1}$	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1
$f_{\text{Al}}$	13.0	11.0	8.95	7.75	6.6	5.5	4.5	3.7	3.1	2.65	2.3	2.0

### C 组题: (共计 110 分)

- 1、绘出晶态物质和非晶态物的 X-射线衍射谱或散射谱, 分析两类物质产生不同 X-射线谱的原因 (20 分)
- 2、简要说明 Si:O 比对硅酸盐熔体结构的影响 (20 分)
- 3、简述陶瓷烧结过程中三个阶段的主要特点 (20 分)
- 4、简述玻璃形成的结晶化学条件 (20 分)
- 5、写出  $\text{ZrO}_2$  陶瓷两种增韧机制、三类晶体结构、四个玻璃结构模型、五种(或类)新型无机非金属材料名称 (30 分)

### D 组题: (共计 110 分)

1、名词解释 (24 分, 每小题 3 分)

1) 点的应力状态

2) 主应力

3) 应变速率

4) 应变增量

5) 动态再结晶 在再结晶过程中, 在热状态下发生的再结晶

6) 形变热处理

7) 织构 具有择优取向的晶体组织

8) 加工硬化 金属在冷变形时, 随着变形量的增加, 金属的强度和硬度提高而塑性降低



中南大学2008年硕士研究生入学考试考试试题

共1页，第4页

2、简答题 (64 分)

$$\sigma_3 = \frac{1}{2}(\sigma_x + \sigma_y), \tau_{23} = \tau_{32} = 0$$

1) 什么是平面应变问题？试给出其应变和应力分量的表达式。(本题 8 分)

2) 在  $\pi$  平面和  $\sigma_1 - \sigma_2$  平面上画出 Tresca 屈服准则的屈服轨迹。(本题 8 分)

3) 分别画出轧制、挤压两种塑性变形方式的变形力学图；这两种变形方式中哪种方式更有利于金属塑性的发挥，为什么？(本题 8 分)

4) 分析挤压过程棒材表面裂纹产生的原因，并提出防止措施。(本题 10 分)

5) 冷变形后金属的组织结构和性能的变化规律是什么(至少各列举四点)？

组织：①纤维组织 ②亚结构 性能：①力学性能 ②物理性能 (本题 10 分)

6) 金属塑性加工过程中的外摩擦有何特征？润滑剂的选取有何原则？(至少各列举五点)。(本题 10 分)

7) 某铝合金厚板制备过程中需经固溶—淬火—时效处理，试结合高温淬火过程分析其残余应力产生以及为减小残余应力可采取的措施。(10 分)

3、综述题 (本题 12 分)

结合学习或工作经历，简要介绍你如何运用“塑性加工原理”的相关知识，解决(解释)在科研(生产或试验)中遇到的问题(或现象)。

4、计算 (10 分)

对于 Oxyz 直角坐标系，已知一点的应力张量：

$$\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} -140 & 0 & 30 \\ 0 & -100 & 0 \\ 30 & 0 & -60 \end{bmatrix} \quad (\text{各分量单位为 MPa}).$$

1) 在直角坐标系中单元体上表示该点的应力分量；

2) 将  $\sigma_{ij}$  分解为应力球张量和应力偏张量。

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{11} + \sigma_{22} + \sigma_{33}}{3} = 100$$

$$\sigma_{ij} = \sigma_{ij} + \sigma_m \delta_{ij} = \begin{bmatrix} -40 & 0 & 30 \\ 0 & 0 & 0 \\ 30 & 0 & 40 \end{bmatrix} + 100 \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

组题：(共计 110 分)

1、由己二胺和己二酸合成聚酰胺，相对分子质量约为 15000，反应程度为 0.995。试计算两单体原料比。产物的端基是什么？如何合成分子量为 19000 的聚合物，请作同样的计算。(20 分)

2、根据表 1—1 所列的数据，试计算聚氯乙烯、聚苯乙烯、涤纶、尼龙-66、聚丁二烯及天然橡胶的聚合度。根据这六种聚合物的相对分子质量和聚合度数据来看塑料、纤维和橡胶有什么差别？(20 分)

低的现象

2. 低分子物质

3. 高分子物质

代码：963